

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGERASAN PERMUKAAN BAJA  
KARBON RENDAH DENGAN METODE  
*CARBURIZING* DENGAN WAKTU TAHAN 3 JAM,  
4 JAM DAN 5 JAM**



Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

**YOSHRIZAL HARY Y  
D.200.05.0031**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2010**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **ANALISIS Pengerasan Permukaan Baja Karbon Rendah dengan Metode *CARBURIZING* dengan Waktu Tahan 3 Jam, 4 Jam dan 5 Jam**

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan mana mestinya.

Surakarta, September 2010

Yang menyatakan

Yoshrizal Hary Y

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul **“ANALISIS Pengerasan Permukaan BAJA KARBON RENDAH DENGAN METODE *CARBURIZING* DENGAN WAKTU TAHAN 3 JAM, 4 JAM DAN 5 JAM”**, telah disetujui pembimbing dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Yoshrizal Hary Y**

NIM : **D.200.05.0031**

Disetujui pada

Hari :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT)

(Joko Sedyono, ST, M.Eng)

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **“ANALISIS Pengerasan Permukaan BAJA KARBON RENDAH DENGAN METODE *CARBURIZING* DENGAN WAKTU TAHAN 3 JAM, 4 JAM DAN 5 JAM”** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Yoshrizal Hary Y**

NIM : **D.200.05.0031**

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, MT ( )

Anggota 1 : Joko Sedyono, ST, M.Eng ( )

Anggota 2 : Ir. Agus Hariyanto, MT ( )

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan

(Ir. Agus Riyanto. SR, MT)

(Ir. Sartono Putro, MT)

## **MOTTO**

Berjalanlah dalam filosofi lebah. Dia hidup damai, tentram, rukun, dan saling tolong-menolong. Hidup di dahan yang rapuh penuh resiko yang tak pernah bisa dihindari. Dengan sangat sederhana selalu berjuang dan bekerja keras untuk mempertahankan hidup. Keikhlasan serta pengorbanan untuk menghasilkan madu yang sangat bermanfaat bagi kehidupan tak letih selalu dilakukan. Dalam ketenangan jiwa yang bersahaja hanya berlindung dengan sangatnya untuk menjaga martabat semu.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena dengan kuasa dan Rahmat-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Dengan Metode *Carburizing* Dengan Waktu Tahan 3 Jam, 4 Jam Dan 5 Jam”.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini saya banyak mendapat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini kami ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Sartono Putro, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ir. Pramuko, ST, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, petunjuk, dan bimbingan yang sangat berguna bagi penulis, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

3. Joko Sedyono, ST, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan sangat baik, teliti, sabar, dan ramah.
4. Ayah dan Ibu yang selali memberikan dorongan moral, material ,dan do'a.
5. Sahabat-sahabat sekolahku tercinta dan teman-teman yang telah memberi keceriaan, motivasi, dorongan, masukan, serta nasehat-nasehatnya terima kasih atas yang selama ini kalian berikan.
6. Komunitas indie Solo, anak-anak skater, komunitas bomber, graffiti, komunitas game online, anak - anak YogyaFree, dan teman - teman Plurk yang telah memberikan referensi lewat internet.
7. Keluarga besar TNI Angkatan Udara Pangkalan Militer Adisoemarmo Solo, terima kasih atas kebaikan, kesabaran dan pengarahan yang telah diberikan selama ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sekiranya dapat memperbaiki kekurangan-kekurangan tersebut sehingga Tugas Akhir ini lebih sempurna di masa mendatang.

## DAFTAR ISI

	Hal
Halaman Judul .....	i
Pernyataan Keaslian Skripsi .....	ii
Halaman Persetujuan .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Halaman Motto.....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	xi
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Grafik .....	xiv
Daftar Simbol .....	xv
Abstraksi .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Pembatasan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5



2.2. Landasan Teori .....	7
2.2.1. Unsur Paduan Dalam Baja .....	8
2.2.2. Sifat-sifat Mekanis Baja .....	10
2.2.3. Sifat-sifat Fisis Baja .....	12
2.2.4. Teori Difusi .....	13
2.3. Diagram Fasa Fe-C .....	14
2.4. Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> .....	16
2.5. Diagram <i>Time Temperature Transformation</i> .....	18
2.6. Proses <i>Carburizing</i> Pada Baja .....	19
2.6.1. Metode <i>carburizing</i> .....	19
2.6.2. Proses Surface Hardening Untuk Meningkatkan Kekerasan Permukaan Baja .....	21
2.7. Metode Pengukuran Kekerasan .....	25
2.8. Sifat-sifat Karbon .....	27
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1. Diagram Alir .....	29
3.2. Material dan Penyiapan Material .....	30
3.3. Pengujian Komposisi Kimia.....	30
3.4. Proses <i>Carburizing</i> .....	31
3.4.1. Persiapan Peralatan Uji.....	31
3.4.2. Jalannya <i>Pack Carburizing</i> .....	32
3.5. Pengujian Struktur Mikro .....	33

3.6. Pengujian Kekerasan Vickers .....	34
3.7. Pengujian Keausan .....	40
<b>BAB IV. DATA DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>43</b>
4.1. Pengujian Komposisi Kimia .....	43
4.2. Pengujian Keausan .....	49
4.3. Pengujian Kekerasan .....	52
4.4. Pengujian Struktur Mikro .....	56
<b>BAB V. PENUTUP .....</b>	<b>58</b>
5.1. Kesimpulan .....	58
5.2. Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Difusi Pada Logam .....	14
Gambar 2.2. Diagram Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	16
Gambar 2.3. Diagram <i>Continuous Colling Transformation</i> .....	17
Gambar 2.4. Diagram <i>Time Temperatur Transformation</i> .....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	29
Gambar 3.2. Material Baja Karbon Rendah .....	30
Gambar 3.3. Alat Uji <i>Spectrometer</i> .....	31
Gambar 3.4. Spesimen Uji <i>Carburizing</i> .....	32
Gambar 3.5. <i>Olympus Metallurgical Microscope</i> .....	34
Gambar 3.6. <i>Hardness Vickers</i> .....	35
Gambar 3.7. Tombol Beban Alat Uji Kekerasan Hardness Vickers .....	36
Gambar 3.8. Jarum Penunjuk Alat Uji Kekerasan Hardness Vickers .....	37
Gambar 3.9. Tombol Start Alat Uji Kekerasan Hardness Vickers .....	38
Gambar 3.10. Penetrator Hardness Vickers .....	39
Gambar 3.11. Mikroskop .....	39

Gambar 3.12. <i>Ogoshi High Speed</i> .....	41
Gambar 4.1. Struktur Mikro Waktu Tahan <i>Carburizing</i> 3 Jam .....	56
Gambar 4.2. Struktur Mikro Waktu Tahan <i>Carburizing</i> 4 Jam .....	57
Gambar 4.3. Struktur Mikro Waktu Tahan <i>Carburizing</i> 5 Jam .....	58
Gambar 4.4. Struktur Mikro <i>Raw Material</i> .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Teknik Pengujian Kekerasan .....	26
Tabel 4.1. Data Hasil Uji Komposisi Kimia Raw Material .....	43
Tabel 4.2. Data Hasil Uji Komposisi Kimia Carburizing 3 Jam .....	44
Tabel 4.3. Data Hasil Uji Komposisi Kimia Carburizing 4 Jam .....	45
Tabel 4.4. Data Hasil Uji Komposisi Kimia Carburizing 5 Jam .....	46
Tabel 4.5. Data Hasil Uji Keausan .....	49
Tabel 4.6. Data Hasil Uji Kekerasan .....	52

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Hubungan Pengaruh Waktu Tahan <i>Carburizing</i> Terhadap Keausan .....	50
Grafik 2. Hubungan Perbandingan Nilai Keausan Waktu Tahan <i>Carburizing</i> Dengan Variasi Waktu Tahan .....	51
Grafik 3. Pengaruh Waktu Tahan <i>Carburizing</i> Terhadap Kekerasan .....	53
Grafik 4. Hubungan Perbandingan Nilai Kekerasan <i>Carburizing</i> Dengan Variasi Waktu Tahan .....	54
Grafik 5. Pengaruh Waktu Tahan <i>Carburizing</i> Terhadap Ketebalan Lapisan Karbon .....	59

## DAFTAR SIMBOL

HV	= Nilai kekerasan <i>Vickers</i>	(kg/mm <sup>2</sup> )
$\alpha$	= Sudut piramida intan	( <sup>o</sup> )
P	= Beban yang menekan	(kg)
D	= Diameter penetrator	(mm)
d	= Diameter injakan penetrator	(mm)
Ws	= Nilai keausan	(mm <sup>2</sup> /kg)
B	= Lebar piringan pengaus	(mm)
Bo	= Lebar keausan pada benda uji	(mm)
r	= Jari-jari piringan pengaus	(mm)
Lo	= Jarak tempuh pada proses pengausan	(m)
Po	= Gaya tekan pada proses keausan berlangsung	(kg)
K	= Keausan	(mm <sup>2</sup> /kg)
P	= Kekerasan	(kg/mm <sup>2</sup> )

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat sangat berpengaruh terhadap perindustrian didalam negeri, salah satunya adalah industri yang menghasilkan atau memproduksi elemen-elemen mesin yang sebagian besar menggunakan logam sebagai bahan bakunya. Setiap logam mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, seperti sifat-sifat fisis, sifat mekanis dan sifat kimia, maka diperlukan suatu penanganan khusus agar setiap elemen-elemen logam tersebut dapat digunakan sesuai yang diinginkan. (Bangun, dkk 2008).

Penggunaan logam baja seperti untuk poros, roda gigi, dan lain-lain, dalam proses permesinan akan berinteraksi dengan benda kerja lain sehingga menimbulkan tekanan dan gesekan (Haqi, 2006). Jika interaksi terjadi secara terus menerus dan dalam jangka waktu tertentu, maka gesekan-gesekan itu akan menimbulkan keausan.

Keausan akan membesar pada batas tertentu sampai benda tersebut tidak bisa di pakai lagi. Ada beberapa cara yang dipakai untuk mengurangi tingkat keausan, salah satunya dengan meningkatkan kekerasan permukaan benda kerja. Hal ini bisa dilakukan karena gesekan-gesekan hanya terjadi pada permukaan saja. Banyak sekali metode untuk peningkatan kekerasan permukaan, salah satunya adalah



melalui proses *carburizing*. (Minarni, 2006)

Karburising biasanya digunakan untuk roda gigi beban berat, noken as dan bagian lainnya yang mengalami beban keausan. Oleh karena kekerasan tidak selalu dilakukan pada semua bagian mesin, maka pengerasan itupun disesuaikan dengan kebutuhannya. (Darmanto, 2006).

Proses *carburizing* merupakan proses penambahan unsur karbon (C) ke dalam logam khususnya pada bagian permukaan bahan dimana unsur karbon ini didapat dari bahan-bahan yang mengandung karbon sehingga kekerasan logam dapat meningkat. *Carburizing* tidak mampu merubah komposisi karbon secara menyeluruh dari material yang diproses, namun pada daerah kulit atau permukaan baja akan berubah. (Palallo, 1995:57).

## **1.2 Pembatasan Masalah**

Untuk mendapatkan suatu hasil penelitian, jangkauan data agar tidak melebar pada permasalahan yang lebih luas, maka perlu adanya pembatasan masalah penelitian. Pembatasan tersebut antara lain:

1. Spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah (*Mild Steel*) < 0,3 % C.
2. Pengerasan permukaan (*surface hardening*) dengan proses pengarbonan (*carburizing*).
3. Pengujian yang dilakukan adalah : uji keausan, uji kekerasan, dan

uji struktur mikro.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kandungan unsur setelah spesimen di proses *carburizing* dengan pengujian komposisi kimia.
2. Mengetahui pengaruh proses *carburizing* terhadap kekerasan
3. Mengetahui pengaruh proses *carburizing* terhadap keausan.
4. Mengetahui perubahan struktur mikro spesimen setelah proses *carburizing*.
5. Mengetahui pemasukkan karbon ke dalam spesimen akibat proses *carburizing*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Pengembangan Akademis

Penyusun dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari dan dapat berbagi informasi berupa hasil - hasil penelitian yang telah dilakukan kepada pembaca atau ahli permesinan dan konsumen sebagai referensi dan memperkaya khasanah ilmu pengetahuan tentang *carburizing*.

#### 2. Pengembangan Industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya memajukan teknologi industri permesinan terutama industri

otomotif dan industri lain.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Dalam sistematika penulisan ini penulis membagi menjadi lima bab antara lain sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi tentang : Latar Belakang Masalah, Pembatasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Sistematika Penulisan.

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Berisi tentang : Tinjauan Pustaka, Dasar Teori Proses Carburing.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang : Bahan dan Peralatan, Diagram Alir Penelitian, Jalannya Penelitian.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berisi tentang : Data Penelitian dan Pembahasan Hasil Uji : keausan, kekerasan dan struktur mikro.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi Tentang : Kesimpulan dan Saran.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

